

The Prevalence and Distribution of the P and G Genotypes of a Group A Rotavirus Detected in Acute Gastroenteritis Patients from Incheon

Hye Jin Choi^{1*}, Bo Young Oh¹, Mi Yeon Lee¹, Yeon Ja Koh¹, Young Woo Gong¹, Myung Je Hur¹, Jea Mann Lee¹, Young Hee Kim¹, Hye Sook Jeong² and Doo Sung Cheon²

¹Incheon Research Institute of Public Health and Environment, Incheon 400-306, Korea

²Korea Center for Disease Control & Prevention, Cheongwon-gun, Chungcheongbuk-do 363-951, Korea

Received February 8, 2012 / Revised March 15, 2012 / Accepted March 22, 2012

Rotavirus is the main cause of severe diarrhea in infants and young children of the world. However, the frequency of genetic alterations makes it hard to control the prophylaxis. Therefore, continuous monitoring of the rotavirus's genetic change is inevitable to prevent disease prevalence and is useful in inventing an efficient vaccine. From January 2005 to December 2010, we investigated 11,607 stool samples of acute gastroenteritis patients in the Incheon metropolitan area. About 13.18% (1,530 stool samples) of all samples had a positive reaction against rotavirus using an antigen capture enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA). Then, the 160 stool samples were searched for subtypes of group A rotavirus by using a reverse transcription polymerase chain reaction (RT-PCR) and a nested multiplex RCR. In P sub-typing, P8 (56.3%) was an extremely prevalent genotype, followed by P6 (21.3%), and P1A (10.0%). G1 (39.4%) was most widespread in the G subtype, followed by G4 (25.0%) and G3 (18.8%). G1P8 (35.5%) was the most common G and P subtype combination, followed by G4P6 (19.3%) and G3P8 (13.1%). These results might be useful data for understanding the epidemiological status of group A-rotavirus dispersion in the Incheon metropolitan area.

Key words : Group A rotavirus, VP4, VP7, Incheon metropolitan city

서 론

Rotavirus는 전 세계 영·유아에서 발생하는 심각한 위장염의 가장 흔한 원인으로 5세 이하 어린이가 약 1억 명이 감염되고 그 중 60만 명이 사망하며, 개발도상국은 물론 선진국에서도 높은 발생률을 보여 의료비 부담 등 경제적 손실 및 인류 보건학적 측면에서도 매우 중요한 문제로 대두되고 있다[2,20].

1973년 호주에서 급성 설사 증세로 입원한 유아의 십이지장 표본의 전자 현미경 검사에서 최초로 발견된 rotavirus는 reoviridae과(family)에 속하는 70 nm 크기의 double strand RNA virus로, 유전체 구성은 3개 층의 nucleocapsid가 11개의 RNA 분절을 둘러 싸고, core에는 5개 비구조 단백질(NSP1~NSP2)과 6개의 구조 단백질(VP1~VP6)로 이루어져 있다[3]. 구조 단백질들 중 VP6은 inner capsid protein으로 rotavirus들이 공통적으로 가지는 항원 결정기이기 때문에 혈청학적 진단에 사용되며, A~G 혈청군(group)으로 나누는 기준이 된다. 혈청군 중 A, B, C group만 사람과 동물, 모두에게 질병을 유발하는데, 이 중 group A rotavirus는 세계적으로 가장 높은 분포를 보인다[3,7,8,24]. VP4와 VP7 구조 단백질은 out capsid protein으로 바이러스 면역성에 관여하는 중화항원으

로 group내 아군(serotype)분류의 기준이 된다. VP4는 protease sensitive protein으로 중화항체반응이 약해 혈청학적 분류가 곤란하여, 유전자 염기서열 분석을 통해 총 28개 serotype (P1~P28)으로 나뉜다. VP7은 glycoprotein으로 항원 반응성이 높아 중화항체반응에 따라 16개의 G혈청으로 분류되며, 그 중 G1~G4가 영·유아에게 설사증을 유발하는 것으로 알려져 있다[5,13,14,25]. 전세계적으로 G1P8, G2P4, G3P8형이 가장 빈번히 조합되어 유행하는 유전자형으로 관찰되고 있으나, 사람 rotavirus와 동물 rotavirus간의 RNA단편들의 교환에 의해 유전자 재조합과 재배열이 일어나 새로운 항원형을 가지는 변종이 생기기도 하고, 혈청형의 변화로 면역 방어 능력을 약하게도 한다[1,11,23]. 이에 세계보건기구(WHO)는 예방 접종 프로그램에 rotavirus백신을 포함 시킬 것을 모든 국가에 권고함에 따라 백신의 효율적인 사용을 위해 지역별, 시기별 rotavirus의 유전자형 분석 및 유행 경향 파악의 필요성이 대두되고 있다. 따라서 본 연구는 rotavirus 감염을 조기에 대응하고, 효과적인 백신 사용을 위해 인천지역의 급성 설사 환자를 대상으로 rotavirus의 계절별 감염 실태와 변화 추이를 관찰하고 유전자형 분포 실태를 연구하였다.

재료 및 방법

*Corresponding author

Tel : +82-32-440-5482, Fax : +82-32-440-5491
E-mail : hyejinchoi@korea.kr

2005년부터 2010년까지 6년간 인천지역 병·의원의 임상병

리과 및 소아과에 설사증상으로 입원 및 내원한 환자의 대변, 총 11,607건에 대해 group A rotavirus 검사를 하였다.

Rotavirus검출을 위해 9 ml PBS (Phosphate buffered saline, Sigma P4417, USA)에 대변 1 g과 glass beads 3~4개를 넣고 3분간 진탕 후, 20분간 원심분리(4℃, 3,000 rpm)한 상등액을 항원검출 효소 면역법(BioTracer TM Rotavirus ELISA)에 이용하였다. 상등액 100 µl에 효소 표지 항체 100 µl를 첨가하여 상온에서 60분간 반응하고, 세척용 PBS로 6회 세척 후, 발색시약 100 µl를 첨가하여 암실에서 반응시켰다. 15분 후 반응 정지액 50 µl를 첨가하여 450 nm (ELISA Processor II)에서 판독하였다.

Rotavirus유전자 분석을 위해 150 µl의 분변 상등액에서 RNA를 추출하여(GM Vial NA purification kit), -70℃에 보관하면서 실험하였다. VP4에 특이적 Primer (Bioneer, Korea)인 Con2 (5'-ATTRCGGACCATTATAACC-3'), Con3 (5'-TGGCTTCGCCATTTTATAGACA-3')와 VP7에 특이적인 primer인 Beg9 (5'-GGCTTTAAAAGAGAGAATTCCTCGTCTGG-3'), End9 (5'-GGTCACATCATAACAATTCTAATCTAAG-3')을 각각 1 µl (10 pmol), denaturated RNA 5 µl, 10×PCR buffer 3 µl, dNTP (2.5 mM) 4 µl, reverse transcriptase 1 µl를 첨가하여 총 용량 15 µl를 PCR system 2700 (Applied Biosystems Foster City, USA)을 이용해 20℃에서 5분, 42℃에서 60분, 95℃에서 5분 동안 반응시켜 cDNA를 합성하였다.

유전자형 분석을 위해 VP4와 VP7에 각각 특이적으로 합성된 cDNA 2.5 µl에 VP4는 Con2, Con3 primer를, VP7은 Beg9, End9 primer를 각각 1 µl (10 pmol), 10× PCR buffer 2.5 µl, dNTP 2 µl (2.5 mM), *taq* polymerase 1 µl (1 U/µl)로 총 25 µl 반응용량으로 사용하였다. 반응 조건은 pre-denaturation (94℃, 3 min), denaturation (94℃, 30 sec), annealing (42℃, 45 sec), extension (72℃, 7 min)로 총 35 cycle을 수행하여, 876 bp의 VP4유전자와 1,062 bp의 VP7유전자를 확인하였다. 1st PCR로 생성된 VP4 specific PCR product 2.5 µl와 VP7 specific PCR product 2.5 µl에 각각 10× PCR buffer 2.5 µl, dNTP 2 µl (2.5 mM), polymerase 1 µl (1 U/µl)를 첨가하였다. VP4는 Con3 primer 0.5 µl (10 pmol) 와 P형의 아형을 특이적으로 증폭하는 primer (IT-1: 5'-TFTACTTGGATAACGTGC-3', 2T-2: 5'-CTATTGTTAGAGGTTAGAGTC-3', 3T-1: 5'-TGTTGATTAGTTGGATTCAA-3', 4T-1: 5'-TGAGACATGCAATTGGAC-3', 5T-1: 5'-ATCATAGTTAGTAGTCGG-3')와, VP7는 End9 (10p mole)와 G형의 아형을 특이적으로 증폭하는 primer (aBT1: 5'-CAAGTACTCAAATCAATGATGG-3', aCT2: 5'-CAATGATATTAACACATTTTCTGTG-3', aET3: 5'-CGTTTGAAGAAGTTGCAACAG-3', aDT4: 5'-CGTTTCTGGTGAGGTTG-3', aFT9: 5'-CTAGATGTAACACTACAAC-3')를 각각 0.5 µl를 혼합하여, 총 25 µl로 반응용량을 맞추어 실험하였다. 반응조건은 1st PCR과 동일하며, 총 35 cycle을

수행하였다. P형은 P1A8: 345 bp, P1B4: 483 bp, P2A6: 267 bp, P39: 391 bp, P410: 583 bp, G형은 G1: 749 bp, G2: 652 bp, G3: 374 bp, G4: 583 bp, G9: 305 bp로 각각의 유전자형에 특이적인 밴드크기로 PCR 증폭 산물을 확인하였다.

결과 및 고찰

본 연구에서 rotavirus항원 양성 사례로 관찰된 1,530건 (13.18%)에 대해 계절별 rotavirus 발생 경향을 분석하여 휴광도 값이 높은 양성 160건에 대해 연도별 유전적 변화 실태를 살펴보면 다음과 같다.

계절별 경향

Rotavirus는 동절기에 유행하는 바이러스로 중간 정도의 습도에서는 불안정하나, 높거나 낮은 습도에서는 안정적이며, 기온이 20℃ 이상에서는 거의 발생하지 않고, 10℃ 이하로 떨어지면 급증한다고 알려져 있다[10,15,19]. 기존 연구발표에 의하면 2001년부터 2003년까지 대전지역에서는 3~4월에, 2002년부터 2004년까지 인천지역에서는 2~3월에 발생률이 높았다고 보고 되었다[17,21]. 본 연구에서도 유사한 경향을 나타냈는데 2005년부터 2010년까지, 총 6년간 인천지역에서는 기온이 낮은 1~2월 동절기에 rotavirus가 많이 발생하였고, 기온이 높은 7월에 최저점으로 12월까지 완만한 증가세를 보였다(Fig. 1). 그러나 2005년에는 연평균 고른 발생률을 보였으며, 동절기인 1월에 발생률이 가장 높기는 하였으나, 5월과 8월의 발생률이 평년에 비해 특이적으로 높았다. 이는 2005년 5월 하순에 평년보다 높은 강수량과 저운을 보였으며, 8월에도 찬 기압골로 비교적 서늘한 날씨의 영향이 있었던 것으로 사료된다. 또, 2010년에는 봄(3월, 4월)이 겨울(1월, 2월)보다 높은 발생률을 보였는데, 이는 2010년 3월에 많은 눈과 비가 내렸고, 4월까지 저운으로 비교적 높은 강수율을 보여, rotavirus가 생존하기

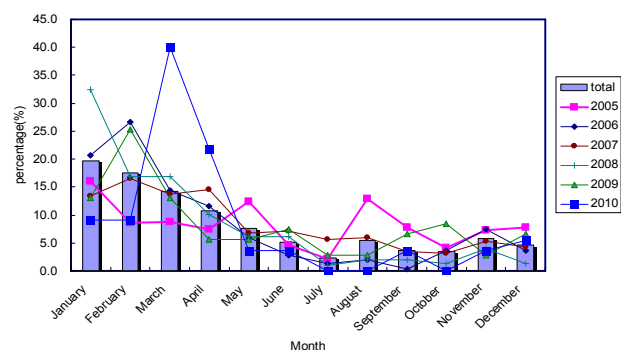


Fig. 1. Seasonal occurrences of Group A rotavirus. This graph means the seasonal occurrences of group A rotavirus in Incheon region from 2005 to 2010. Rectangular graph shows the total prevalence rate for 6 years and line graph shows the annual prevalence rate.

유리한 환경이 형성되었을 것이라 생각된다[16]. 그러나 시료가 병원을 내원한 환자의 대변이었다는 점과 발생률에는 기온과 습도 외에도 다양한 기후 변화 요인이 관여할 수 있다는 점에서 기후변화와 rotavirus의 발생의 연관성을 밝히기 위해서는 보다 다양한 실험 재료 확보가 필요 할 것으로 생각된다.

유전적 변화 실태

효소 면역법(ELISA)에서 흡광도 값이 높은 검체를 대상으로 RT-PCR과 nested multiplex PCR을 수행하여 2005년부터 2010년까지 시료 총 160건에 대해 P형 유전자형을 결정하였다. 6년 동안 분리된 VP4유전자형은 P8 (56.3%)이 가장 많았고, P6 (21.3%), P1A8 (7.5%), P4 (5.6%), P1B4와 P2A6 (2.5%), P9 (1.9%), 2가지 이상 type이 섞인 유전자형(mixed type, 1.9%), type을 결정지을 수 없는 유전형(nontypeable type, 0.6%)의 순서로 관찰되었다(Table 1). 특히적으로 P1A8, P2B4, P2A6형의 경우 2005년에만 관찰되었고 2006년 이후 5년간 분리되지 않았으며, 2004년 인천지역에서 높은 빈도로 출현하였다고 보고된 P10형은 2005년부터 더 이상 관찰되지 않았다[17].

국내에서 발생한 group A rotavirus의 혈청형은 G1이 가장 흔하지만, G2와 G4가 주기적으로 유행하는 양상을 보이며, 최근에는 G untypeable (Gun)이 늘어나는 추세로 보고된 바 있다[24]. 이전 연구에 따르면 2001년부터 2004년까지 대전지역에서는 G1와 G2가, 2002년부터 2004년까지 인천지역 조사에서는 G4가, 2004년부터 2006년까지 부산지역에서는 G2, G1이 높은 빈도로 검출되었다[9,17,18,21]. 본 연구에서는 총 6년간 인천지역 G형 혈청형을 총체적으로 분석한 결과 G1형이 가장 많이 발생하였으나, 연도별 분석결과 2005년~2006년에는 G3형이, 2007년~2010년에는 G1형이 가장 많이 발생하여, VP7에 의한 혈청형은 시기별, 지역별로 변화함을 관찰하였다 (Table 1).

전 세계적으로 G1P8형이 G와 P조합형으로 가장 빈번히 분리되나, 국내에서는 G4P6형이 가장 많이 분리된다고 알려져 있다[4,6,12]. 2005년부터 2010년까지 총체적으로 인천지역에서는 G1P8형(35.0%)의 발생률이 가장 높았으나, 연도별로는 2005년에는 G3P1A형, 2006년에는 G3P8형, 2007~2010년에는 G1P8형이 가장 많이 발생하여 연도별 유행형 변화가 있었다. 이는 2006년부터 2008년까지는 전국적 분포로 G4P6형의 발생률이, 2004년부터 2006년까지 부산지역에서는 G2P4형의 발생률이 가장 높았다는 연구 결과와는 차이가 있어, rotavirus는 시기별뿐만 아니라 지역별로도 유행형이 다를 수 있음을 시사한다[9,21,22]. 또, 2002년~2003년간 서울, 경기, 수도권 지역에서 대규모 유행했던 G4P6형은 인천지역에서 2005년 이후 6년간 19.3%발생으로 G1P8형에 이어 두 번째로 많이 발생하여 발생 빈도는 조금 줄었으나, 여전히 주요한 유전자형임을 확인하였다. 그리고 2004년에 새롭게 관찰된 후 특이적으로 높게 검출되었던 G3P10형은 2005년부터 수행한 본 연구에서는 검출되지 않아 당분간은 인천지역에서 유행하지 않은 것으로 사료된다[17].

6년간 인천지역에서는 VP7에 의한 혈청형이 G4형에서 G3형으로, 최근에는 G1형으로 유행형의 변화가 있어 2~3년 단위로 빈번하게 rotavirus의 G형 변화가 있었던 것으로 관찰되었으나, VP4에 의한 유전자형은 P8이 꾸준히 유행하였다. 또 WHO 권고에 따라 국내에서는 rotavirus의 예방을 위해 G1P8의 단가(monovalent)백신과 G1,2,3,4와 P8이 결합한 다가(polyvalent)백신이 상용화 되고 있는데, 보다 철저한 rotavirus 예방을 위해서는 인천지역에서 6년 동안 지속적으로 발생하고 있는 G4P6형을 위한 백신 개발의 필요성이 요구된다.

이번 연구를 통해 group A rotavirus의 혈청형과 유전형은 지역별, 시기별로 다양하게 변화하는 것으로 확인하였으며, 얻어진 연구 결과는 rotavirus 감염에 의한 설사 질환을 진단하고 예방하기 위한 기초 자료로 사용 될 것으로 생각된다.

Table 1. Distribution of P and G genotypes of group A rotavirus in Incheon region from 2005 to 2010

Genotype	G-genotype						
	G1	G2	G3	G4	G9	Mixed	Subtotal
P1A8	4(2.5)	-	6(3.8)	-	2(1.3)	-	12(7.5)
P1B4	-	4(2.5)	-	-	-	-	4(2.5)
P2A6	-	-	-	4(2.5)	-	-	4(2.5)
P4	-	9(5.6)	-	-	-	-	9(5.6)
P6	2(1.2)	1(0.6)	-	31(19.3)	-	-	34(21.3)
P8	56(35.0)	1(0.6)	21(13.1)	5(3.1)	6(3.8)	1(0.6)	90(56.3)
P9	-	1(0.6)	2(1.2)	-	-	-	3(1.9)
Mixed	1(0.6)	-	-	-	-	2(1.2)	3(1.9)
Untypable	-	1(0.6)	-	-	-	-	1(0.6)
Subtotal	63(39.4)	16(10.0)	30(18.8)	40(25.0)	8(5.0)	3(1.9)	160(100.0)

G1P8 had been the most wide-spread genotype in Incheon region for 6 years. G1 have the most frequency in G sub genotype and P8 is the most common in P-genotype. Mixed: mix two or more genotype, Untypeable: can't determine genotype correctly. (): number of types/Total number of specimens×100

감사의 글

본 연구는 질병관리본부 급성설사질환바이러스 실험실 감사에 의한 사업이었으며, 참여해주신 인천광역시 내 병·의원에 감사 드립니다.

References

- Barnes, G. L., Uren, E., Stevens, K. B. and Bishop, R. F. 1998. Etiology of Acute gastroenteritis in hospitalized children in Melbourne, Australia, from April 1980 to March 1993. *J. Clin. Microbiol.* **1**, 133-138.
- Beards, G. M., Desselberger, U. and Flewett, T. H. 1989. Temporal and geographical distributions of human rotavirus serotype, 1983 to 1988. *J. Clin. Microbiol.* **27**, 2827-2833.
- Bishop, R. F., Davidson, G. P., Holmes, I. H. and Ruck, B. J. 1973. Detection of a new virus by electron microscopy of fecal extracts from children with acute gastroenteritis. *Lancet* **1**, 149-151.
- Brandt, C. D., Kim, H. W., Rodriguez, W. J., Arrobio, J. O., Jeffries, B.C., Stallings, E. P., Lewis, C., Miles, A. J., Chanock, R. M., Kapikian, A. Z. and Parrott, R. H. 1983. Pediatric viral gastroenteritis during eight years of study. *J. Clin. Microbiol.* **10**, 71-78.
- Browning, G. F., Fitzgerald, T. A., Chalmers, R. M. and Snodgrass, D. R. 1991. A novel group A rotavirus G serotype; serological and genomic characterization of equine isolate F123. *J. Clin. Microbiol.* **29**, 2043-2046.
- Chung, J. K., Song, H. J., Kim, S. H., Seo, J. J., Kee, H. Y., Kim, E. S., Ha, D. R., Ryu, P. Y. and Lee, J. I. 2006. Epidemiological study of viral diarrhea in Gwangju area during 2000~2002. *J. Bacteriol. Virol.* **36**, 195-203.
- Estes, M. K., Palmer, E. L. and Obijeski, J. F. 1983. Rotaviruses: a review. *Curr. Top Microbiol. Immunol.* **105**, 123-184.
- Estes, M. K. and Cohen, J. 1989. Rotavirus gene structure and function. *Microbiol. Rev.* **53**, 410-449.
- Han, N. S. 2007. Epidemiological study of viral gastroenteritis and genetic distribution of group A rotavirus strains isolated in Busan. Ph. D. Thesis, Pusan National University, Busan, Korea.
- Im, H. R., Jeon, I. S., Tchah, H., Im, J. S., Ryoo, E., Sun, Y. H., Cho, K. H., Im, H. J., Lee, G. H., Lee, H. S., Kang, Y. J. and Noh, Y. G. 2003. Influence of climate factors and PM10 on rotaviral infection: a seasonal variation study. *Korea J. Pediatr. Gastroenterol. Nutr.* **6**, 120-128.
- Jain, V., Das, B. K., Bhan, M. K., Glass, R. I. and Gentsch, J. R. 2001. Great diversity of group A rotavirus strains and high prevalence of mixed rotavirus infections in India. *J. Clin. Microbiol.* **39**, 3524-3529.
- Kang, J. O., Kilgore, P., Kim, J. S., Nyambati, B., Kim, J. G., Suh, H. S., Yoon, Y. M., Jang, S. J., Chang, C. H., Choi, S. W., Kim, M. N., Gentsch, J., Bresee, J. and Glass, R. 2005. Molecular epidemiological profile of rotavirus in South Korea, July 2002 through June 2003: Emergence of G4P[6] and G9P[8] strains. *J. Infect. Dis.* **192**, 57-63.
- Kapikian, A. Z., Hoshino, Y. and Chanock, R. M. 2001. Rotaviruses. pp.1787-1833, 4th eds. Fields Virology. Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia.
- Kirkwood, C. D. and Palombo, E. A. 1997. Genetic characterization of the rotavirus nonstructural protein, NSP4. *Virology* **236**, 258-265.
- Konno, T., Suzuki, H., Katsushima, N., Imai, A., Tazawa, F., Kutsuzawa, T., Kitaoka, S., Sakamoto, M., Yazaki, N. and Ishida, N. 1983. Influence of temperature and relative humidity on human rotavirus infection in Japan. *J. Infect. Dis.* **147**, 125-128.
- Korea meteorological administration, Annual Climatological reports. <http://www.kma.go.kr>.
- Lee, J. M., Kim, H. Y., Lee, M. Y., Lee, K. B., Cheon, D. S. and Lee, Y. M. 2007. The prevalence and genotypic distribution of group A rotavirus detected from patients with acute gastroenteritis patients in Incheon. *J. Bacteriol. Virol.* **37**, 39-45.
- Lee, K. B., Kim, J. W., Lee, S. W., Cheon, D. S., Jee, Y. M. and Kang, S. Y. 2007. Isolation and Characterization of G9 Human rotaviruses. *J. Bacteriol. Virol.* **37**, 231-240.
- Moe, K. and Shirley, J. A. 1982. The effects of relative humidity and temperature on the survival of human rotavirus in faeces. *Arch. Virol.* **72**, 179-186.
- Parashar, U. D., Hummelman, E. G., Bresee, J. S., Miller, M. A. and Glass, R. I. 2003. Global illness and deaths caused by rotavirus disease in children. *Emerg. Infect. Dis.* **9**, 565-572.
- Park, S. K. 2004. Etiological study on the patients with diarrhea in Daejeon region and genetic analysis of rotavirus isolates. Ph. D. Thesis, Chungnam National University, Daejeon, Korea.
- Park, S. K., Heo, Y. S., Bing, S. H., Cheon, D. S., Chu, J. G. and Jun, M. H. 2007. Epidemiological surveillance of P and G genotypes of group A rotavirus. *J. Bacteriol. Virol.* **37**, 169-175.
- Sato, T., Suzuki, H., Kitaoka, S., Konnon, T. and Ishida, N. 1986. Patterns of polypeptide synthesis in human rotavirus infected cell. *Arch. Virol.* **90**, 29-40.
- Seo, J. K. and Sim, J. G. 2000. Overview of rotavirus infection in Korea. *Pediatr. Int.* **42**, 406-410.
- Yeager, M., Dryden, K. A., Olson, N. H., Greenberg, H. B. and Baker, T. S. 1990. Three-dimensional structure of rhesus rotavirus by cryoelectron microscopy and image reconstruction. *J. Clin. Microbiol.* **110**, 2133-2144.

초록 : 인천지역 급성 설사환자의 group A rotavirus 감염 실태 및 P와 G 유전자형 분포

최혜진^{1*} · 오보영¹ · 이미연¹ · 고연자¹ · 공용우¹ · 허명제¹ · 이제만¹ · 김용희¹ · 정혜숙² · 천두성²
(¹인천보건환경연구원, ²질병관리본부)

인천지역 병·의원에 내원한 급성위장염환자의 대변 검체 총 11,607건을 효소 면역법(ELISA)을 이용하여 group A rotavirus의 계절별 발생 양상을 조사한 결과 2005년부터 2010년간 인천지역에서는 1~2월이 가장 많이 발생하였으나, 기간별로 차이가 존재했다. 또, group A rotavirus 양성 검체 160건에 유전자 분석 결과 VP4는 P8형, VP7는 G1형, G와 P 조합형으로는 G1P8이 가장 많았다. 그러나 이전의 연구와 비교했을 때 연구 지역과 기간에 따라 혈청형과 유전형의 변화가 빈번하였으므로 효율적인 방역을 위해 지속적인 모니터링이 필요하다고 사려된다. 또 이번 연구는 현재 유행 중인 rotavirus 백신의 효율적인 사용의 기초 자료가 될 것이다.